No. 17

SUL CARATTERE FISIOLOGICO

DEL TESSUTO ADIPOSO

E SULLE SUE RELAZIONI

COLL' INTIERO ORGANISMO

Annotazioni critiche di C. STUDIATI

Professore di fisiologia nella R. Università di Pisa.

PISA

NELLA TIPOGRAFIA VANNUCCHI

1878.

Dal **Commentario clinico di Pisa**, vol. II, nn. 1-2, 3 e 4.

SOMMARIO

Carattere fisiologico del tessuto adiposo, e sue relazioni coll'intiero organismo.

CAP. I.

Il tessuto adiposo è il luogo dove vanno in serbo le sostanze organiche non azotate che erano nei cibi.

§. 1. Argomento del presente studio.
§. 2. Il tessuto adiposo esiste in moltissimi animali.
§. 3. Composizione dei cibi degli animali, e sorte che incontrano i loro diversi componenti.
§. 4. Che cosa accade degli albuminoidi.
§. 5. Che cosa dei grassi.
§. 6. Rimangono come tali ma non nel sangue.
§. 7. Dove.
§. 8. Che cosa degli idrati di carbonio.
§. 9. Carattere fisiologico dell'adipe.
§. 10. Caratteri dei cibi degli animali: conseguenze che ne derivano.
§. 11. Necessità dei serbatoi delle sostanze alimentari nell'organismo animale.

CAP. II.

Uffici dei liquidi e dei solidi nell'organismo animale.

§. 12. Carattere della individualità dei viventi; valore dei solidi per costituirla.
§. 13. Necessità dei liquidi.
§. 14. Schema delle funzioni della vita organica: tre fasi.
§. 15. Importanza dei solidi nella seconda fase.
§. 16. Parte che hanno i liquidi nella prima e nella terza.
§. 17. Influenza reciproca dei liquidi e dei solidi.
§. 18. Riassunto.

CAP. III.

Relazioni dell'adipe coll'organismo animale.

§. 19. Il sangue e l'adipe come termini immediati delle reazioni nutritizie.
§. 20. Quali saranno nelle piante i termini generali equivalenti dei processi chimici della nutrizione.
§. 21. La duplice qualità del materiale (sangue, adipe) non importa duplicità nella serie delle reazioni.
§. 22. Importanza dinamica delle due specie del materiale adoperato, e dell'ossigeno atmosferico.
§. 23. Azione coordinatrice delle reazioni della vita organica, varie e molteplici nelle origini e nei resultati, semplici nei termini centrali della serie.

CAPITOLO I.

Il tessuto adiposo è il luogo dove vanno in serbo le sostanze organiche non azotate che erano nei cibi.

§ 1. **Argomento del presente studio.** — Fra i tessuti dell'organismo animale se ne trova uno che, a giudicarne da come se ne parla per solito nei trattati di fisiologia, parrebbe destinato soltanto a degli uffici di secondaria importanza, mentre se non mi inganno merita invece assai maggiore considerazione, e questo è il tessuto adiposo. — Relativamente al quale mi propongo ora di far notare alcune cose che spieghino le ragioni del mio modo di pensare.

§ 2. **Il tessuto adiposo esiste in moltissimi animali.** — Un argomento non spregevole per persuaderci della importanza del tessuto adiposo, è la sua presenza in moltissimi e molto diversi animali; trovandosi desso con caratteri presso a poco eguali in tutti i vertebrati, in molti almeno degli articolati, e del grasso trovandosi pure nei tessuti di parecchi molluschi. Al che è anche da aggiungere che il tessuto adiposo non fece sin qui subietto di estese indagini speciali, ed è perciò probabile che non poco rimanga da sapere circa la sua presenza nel corpo degli animali più semplicemente organizzati, e circa i caratteri di un qualsiasi tessuto che contenga dei grassi neutri, od altra sostanza più o meno congenere. — Del citato fatto anatomico non intendo esagerare il valore considerandolo come una prova incontestabile della generalità dell'ufficio dell'adipe, perchè so bene che si incontrano dei casi nei quali evidentemente non siamo in grado di dare una interpretazione chiara e sicura delle forme che vediamo in certi organi. Nei maschi dei mammiferi troviamo le mammelle, e la osservazione più grossolana ci fa sicuri che sono prive di funzione: in molti animali (topi, lucertole, ec.) troviamo una coda lunga e bene sviluppata, che pure possiamo affermare francamente priva di importanza funzionale. — Sebbene peraltro questi fatti, dei quali non è qui luogo a discutere le possibili interpretazioni, ci insegnino che non sempre il carattere della forma o della struttura di un organo è di per se stesso un argomento che abbia un significato sicuro ed incontestabile, pure credo che nel caso nostro meriti molta considerazione l'esistenza del tessuto adiposo in tanti

e tanto diversi animali, perchè, come ora vedremo, non mancano ragioni per credere che a quel generale fatto anatomico ne corrisponda uno fisiologico non meno generale.

§ 3. **Composizione dei cibi degli animali, e sorte che incontrano i loro diversi componenti.** — Se ci facciamo a considerare quale è la composizione dei cibi degli animali, ci accorgeremo subito che è sostanzialmente l'istessa tanto se si guarda ai molto imperfetti od ai molto perfetti animali. — Si tratta di un erbivoro, e nel suo cibo si troveranno sempre gli albuminoidi dei tessuti delle piante, copia notevole di idrati di carbonio (massimamente fecole), e per solito non molti grassi. — Potranno le proporzioni fra queste diverse categorie di sostanze variare secondo che l'animale si ciba di certe anzichè di certe altre parti delle piante, ma il fatto fondamentale rimarrà sempre il medesimo si tratti di un cervo, o di un carpione, di un baco da seta, o di una chiocciola. — Si considera il caso di un carnivoro e nel suo cibo troveremo sempre, molti albuminoidi, molti grassi, e scarsa dose di idrati di carbonio, tanto se volgiamo il pensiero alle prede di un leone, come a quelle di un luccio, di un ragnolo, o di un polpo. Sempre adunque oltre le sostanze azotate, rappresentate dai soli albuminoidi, entra nei cibi anche una quantità notevolissima di sostanze non azotate, rappresentate dalle fecole e dai grassi, con prevalenza ora di quelle ed ora di questi. Non sempre eguale sarà la proporzione fra le sostanze azotate e le non azotate, ma si può nondimeno affermare con sicurezza che queste ultime sono più copiose delle prime, tanto che nel cibo umano la loro quantità suol superare circa quattro volte quella degli albuminoidi.

§ 4. **Che cosa accade degli albuminoidi.** — Il prodotto della digestione degli albuminoidi non viene adoperato per il restauro nutritivo dei tessuti a misura che è assorbito dalla mucosa intestinale, e per esserne persuasi basta riflettere che quell'assorbimento è un fatto che si verifica interrottamente, cioè per alcune ore dopo che fu ingerito il cibo, mentre il lavoro chimico della nutrizione dobbiamo credere che sia continuo, perchè continua è la irrigazione sanguigna, la conversione del sangue da arterioso in venoso, e la eliminazione delle sostanze escrementizie tolte al sangue da apposite glandule. Nel sangue adunque si recheranno i prodotti della digestione degli albuminoidi assorbiti dopo ciaschedun pasto, e negli intervalli, talora assai lunghi, fra un pasto e l'altro

quelle sostanze verranno date a poco a poco dal sangue come alimento del processo chimico che si compie in seno ai tessuti. — Che cosa avverrà delle assai più copiose sostanze non azotate?

§ 5. **Che cosa dei grassi.** — I grassi non subiscono, come tutti sanno, notevoli modificazioni durante la digestione: una piccola parte di questi corpi è decomposta in modo da separare l'acido dalla glicerina per via di saponificazione od altrimenti, tutto il rimanente è solamente diviso in minutissime gocciolette, costituendo quello che dicesi una emulsione. — In questo stato i grassi sono assorbiti; e la presenza della emulsione diviene allora manifestissima nel contenuto dei linfatici intestinali, che fortemente si inalba mentre sino ad allora si era mantenuto limpido; e si fa palese talora per breve tempo anche nel sangue, nel quale deve necessariamente arrivare non solo quella parte di emulsione che forse penetrò per via diretta nei vasellini venosi della mucosa intestinale, ma ben anche quella parte che prese la più lunga via del sistema linfatico. — Tanto nell'un modo quanto nell'altro adunque quella emulsione deve, poco tempo dopo che fu assorbita, esser giunta a mescolarsi alla massa sanguigna. — Ma nel sangue, è cosa notissima, le sostanze non azotate formano una piccolissima frazione del totale, una frazione che nelle diverse analisi si trova rappresentata di 1,5 a quasi 3 per mille; lo che vuol dire che in 9 chil. circa di sangue che si possono trovare in un uomo, le sostanze grasse saranno da 14 a 27 grammi. Enorme al paragone di questa quantità è quella dei grassi che si trovano in un pasto composto nel modo ordinario, se teniamo conto dei grassi delle carni e delle uova e di quelli dei formaggi e dei diversi condimenti; talchè se quelle sostanze grasse dovessero dopo assorbite rimanere nel sangue, questo liquido dovrebbe essere ora molto povero ed ora molto ricco di materiali grassosi; i quali vi si dovrebbero trovare abbondantissimi dopo ogni periodo digestivo. — Questo fatto non si verifica peraltro nè punto nè poco; che cosa adunque accade di quei grassi?

§ 6. **Rimangono come tali ma non nel sangue.** — Quei grassi non sono eliminati, nè tali quali erano nè trasformati in altri corpi, per mezzo di qualche escrezione che si veda crescere dopo che avvenne l'assorbimento grassoso: e sarebbe strano se tale eliminazione avvenisse perchè male si comprenderebbe a qual fine fosse prima accaduto il copioso assorbimento di quei corpi, che

dovevano poi siccome incongrui essere espulsi dall' organismo. — Nell' organismo, bisogna concludere, rimangono quei grassi che come tali non ritroviamo nel sangue in proporzione di gran lunga corrispondente all' assorbimento che se ne effettuò; che cosa dunque ne avvenne? — Una supposizione che potrebbe forse venire in mente sarebbe che per virtù di qualche elaborazione fatta subir loro dagli organi emapojetici dessi cangino carattere, e possano sotto diversa forma rimanere nel sangue; ma poco vi vuole a persuaderci che questa supposizione non si accorda coi fatti. — Perchè i grassi potessero per tal modo prender posto fra i soli corpi che il sangue contenga in notevole abbondanza bisognerebbe che dessi si fossero tramutati in albuminoidi; ascendendo tutti gli altri costituenti del sangue a forse 9 millesimi del totale, dei quali, 6 millesimi circa sono costituiti di sali inorganici. — Non guardiamo a tutte le trasformazioni che la molecola del grasso dovrebbe subire per tramutarsi in albuminoidi, pensiamo solo alla quantità di azoto che per tale trasformazione sarebbe necessaria. Questo azoto dovrebbe venire dal di fuori, perchè nei cibi i soli albuminoidi sono azotati e non si può credere che per fabbricare a spese dei grassi degli albuminoidi, si abbiano a distruggere degli albuminoidi già esistenti; ma dal di fuori non ricevono gli animali somministrazione veruna di azoto, giacchè è notissimo che nella respirazione non si suole avere nè esalazione nè assorbimento di questo corpo, ma se pure, è più facile che si verifichi, benchè in piccola dose, la esalazione. — Concludendo, i grassi non sono eliminati dall' organismo che gli assorbì, non rimangono nel sangue, non si trasformano in corpi azotati; quale dunque dobbiamo credere che sia la loro sorte?

§ 7. **Dove rimarranno?** — Nell' organismo animale un solo tessuto contiene in molta abbondanza sostanza non azotata, e questo unico tessuto, è l' adiposo. — In questo adunque bisogna per necessità concludere che dopo ciascun periodo digestivo vanno in deposito i grassi dei cibi: e questa conclusione tanto più volentieri può essere accolta perchè quei grassi hanno il medesimo carattere chimico del contenuto delle cellule dell' adipe, e non può parere cosa difficile che avvengano le poche reazioni necessarie per modificare in uno od in altro senso la proporzione dei più comuni acidi grassi, la quale varia nell' adipe dei diversi animali, o per

produrre i principi che a quell'adipe danno in ogni animale un odore ed un sapore diverso.

§ 8. **Che cosa avviene degli idrati di carbonio.** — Eguale argomentazione è da fare rispetto alle fecole, o se vuolsi rispetto agli idrati di carbonio in generale, con questo divario che quei corpi dovranno subire una metamorfosi molto maggiore, per passare dallo stato in che sono quando vengono assorbiti a quello che avranno in seno al tessuto adiposo. — Anche per gli idrati di carbonio è vero, come per i grassi, che si trovano in molta copia nel cibo di animali numerosissimi, vale a dire nel cibo degli erbivori qualunque sia la classe zoologica cui appartengono; è vero che al loro assorbimento, dopo che furono ridotti in glucoso, non sussegue nessuno aumento di escrezione pel quale si possa supporre che dessi vengano espulsi dall'organismo; è vero che non si trovano in quantità nel sangue, nè nella loro forma primitiva nè in altre che ne derivino: è vero che non possono per mancanza del necessario azoto essere trasformati in albuminoidi od in altri corpi azotati: e per conseguenza è giuoco forza concludere che rimangono nell'organismo e vi rimangono col carattere di corpi non azotati, e perciò presumibilmente con quella unica forma ed in quella unica sede dove si trovano molto copiosi i corpi di tale qualità. — Relativamente agli idrocarburi, dei quali ora ci occupiamo, fu da alcuni fisiologhi pensato che il loro luogo di deposito potesse essere il fegato, ma questa supposizione non mi sembra molto accettabile, se si considerano tutti i fatti che possono aiutarci a giudicarla. — Nel fegato si trova egli è vero una sostanza che ha i caratteri dell'amido, l'epatina o glicogeno, la quale non vi si incontra sempre in quantità eguale, senza che per altro siano per ora stabilite concordemente le leggi del suo aumento e della sua diminuzione; ma se pensiamo alla quantità delle fecole che prende col suo cibo un erbivoro, al peso del fegato ed a quello della epatina del suo tessuto, mi sembra che non possiamo volentieri ammettere che in quella epatina vada a rifugiarsi temporaneamente il prodotto di assorbimento delle fecole che furono per la digestione convertite in glucoso. — Stando ad alcune poche, cioè alle più elevate valutazioni quantitative della epatina, si potrebbe forse supporre che molto glucoso, trasformandosi in questa epatina, fosse messo momentaneamente in serbo nel fegato, il di cui peso si può stimare per

approssimazione $^1/_{30}$ di quello del corpo; ma di non poche altre considerazioni ci conviene tener conto. — Se il fegato dovesse essere il luogo di deposito delle sostanze idrocarbonate, sarebbe da presumere che desso, oltre la quantità che volta per volta ne può ricevere per l'assorbimento dei prodotti della digestione di un pasto, dovesse anche contenerne una assai maggiore quantità, come si vede per il sangue rispetto alle sostanze azotate, e per l'adipe rispetto ai grassi, affinchè fosse assicurato il regolare ed uniforme andamento degli intimi processi della vita, quando per caso i cibi non ne somministrassero la quantità consueta; ed ognun vede che in tal caso l'epatina dovrebbe essere nel fegato in quantità molto maggiore anche di quella che vi fu trovata nei momenti nei quali ne contiene di più. — A questo è anche da aggiungere che il deposito epatico di idrocarburi non potrebbe manifestamente negli animali ibernanti bastare al consumo per il lungo periodo del sonno invernale, e poichè le marmotte i ghiri e simili trovano nel loro cibo quando sono desti molta parte feculenta, bisognerebbe supporre che il processo chimico della vita si alimentasse con questi idrocarburi durante la veglia, si alimentasse invece coi grassi dell'adipe durante il letargo invernale, la quale cosa è tanto poco verosimile che non può essere ammessa sinchè non vi saranno dei fatti che la dimostrino vera. — Per sempre più convalidare l'opinione che non sia nel fegato il serbatoio di tanto copiosa parte dei principi alimentari degli erbivori, è anche da considerare che se questo fosse, parrebbe ragionevole presumere che il fegato dovesse essere in questi animali molto più voluminoso che nei carnivori, nei quali non deve prestare consimile ufficio, e che per converso molto meno abbondante che in questi ultimi animali dovesse essere negli erbivori il tessuto adiposo. — Un altro dato che pure merita di non essere dimenticato si è l'abbondanza dell'adipe e la quasi mancanza di un apparato epatico in non pochi animali erbivori, come molti insetti, e forse qualche altro articolato; nei quali dunque bisognerebbe credere che le intime operazioni della vita si alimentassero di albuminoidi e di grasso, mentre in altri poco diversi animali muniti di fegato voluminoso, come i crostacei decapodi, al grasso dovrebbe essere in parte sostituita l'epatina, sebbene appunto i decapodi siano per la massima parte carnivori. — Senza dunque voler negare che il fegato, a traverso

il quale passa tutto il sangue che circolò nella mucosa intestinale, abbia virtù di modificare opportunamente tutte od alcune delle sostanze alimentari che si trovano in quel sangue: senza voler negare che questo ufficio possa, e debba anzi presumibilmente essere diverso per le diverse categorie di quei principi alimentari, talchè il menzionato viscere debba in un erbivoro agire in modo alquanto diverso da quello che fa in un carnivoro, mi pare che rimangano sempre molte buone ragioni per ritenere che il luogo dove ultimamente va in deposito il resultato della elaborazione del glucoso assorbito negli intestini debba essere il tessuto adiposo. — Molto grande è la differenza di composizione elementare e probabilmente di costituzione chimica fra il glucoso ed i grassi dell'adipe, nè per ora abbiamo dati attendibili per farci idea delle reazioni che conducono dall'uno di quei termini all'altro, ma questa è cosa che pur troppo non costituisce un argomento di gran peso contro la realtà di quel processo di trasformazione, perchè molte altre reazioni non meno sconosciute dobbiamo ammettere che si verifichino nell'organismo animale.

§ 9. **Carattere fisiologico dell' adipe.** — Considerato in questa guisa, il tessuto adiposo non ci comparisce più come una parte dell'organismo animale destinata a prestare servizi irregolarmente interrotti accogliendo nelle sue cellule il superfluo della somministrazione alimentare quando ve ne è, e rendendolo nei casi nei quali invece è insufficiente quel che proviene dai cibi; non ci comparisce come una parte che fuori di questi casi rimanga estranea al continuo movimento delle reazioni della vita organica: e molto diversa invece dovremo credere che ne sia l'importanza.

Ogni volta che si compie la digestione di un pasto e si assorbiscono i prodotti di quella digestione il tessuto adiposo riceve, ed in molta copia, dei materiali nuovi; negli intervalli fra un pasto e l'altro quel tessuto rende a poco a poco a seconda dei bisogni del continuo processo nutritizio quelle sostanze, delle quali poi nel pasto successivo tornerà ad arricchirsi. — Anzichè dunque essere un elemento della macchina animale non necessario sempre, e destinato a prestare il suo ufficio solamente in certe contingenze che si verificheranno ora sì ed ora no in modo irregolare; un magazzino che apra le sue porte soltanto nelle occorrenze della carestia o della esuberante abbondanza; il tessuto adiposo mi

sembra si debba reputare un elemento intrinseco della macchina animale, che sta in modo continuo e necessario in relazione colle altre parti di cui dessa resulta. — Sotto questo punto di vista l'adipe eserciterebbe una funzione sussidiaria a quella del sangue, considerato come luogo di deposito degli albuminoidi, provenienti dai cibi e somministrati poi a poco a poco non interrottamente per alimentare le reazioni nutritive; altrettanto farebbe il grasso per le più copiose sostanze non azotate di quei medesimi cibi.

§ 10. **Caratteri dei cibi degli animali: conseguenze che ne derivano.** — Ufficio principale del tessuto adiposo secondo le anzidette cose sarebbe dunque a mio credere, quello di tenere in serbo il prodotto della elaborazione delle sostanze alimentari non azotate; come un ufficio eguale rispetto alle sostanze azotate è da annoverare fra quelli che adempie il sangue. — Per tutte le grandi categorie di principi alimentari si può dunque dire che nell'organismo animale esiste un luogo nel quale ne sta in serbo una provvista; e non è difficile trovare le ragioni di questo fatto così generale.

Le piante hanno per loro alimenti delle sostanze di composizione molto semplice, (acido carbonico ed ammoniaca), che agevolmente prendono nascimento in moltissime occasioni, e che obbedendo, sia allo stato gassoso sia nelle loro soluzioni, alla forza diffusiva, debbono per questo trovarsi sempre disseminate nell'aria e nel terreno nel quale le piante vivono. — La diminuzione delle molecole di quei corpi prodotta dall'assorbimento che ne fanno le piante, basta perchè la diffusione ne faccia accorrere delle nuove là dove andavano doventando meno frequenti che nelle vicine parti dell'ambiente. — Per le piante adunque la somministrazione di materiali alimentari dal mondo esteriore, è un fenomeno continuo, e nessuno speciale artificio è necessario per farlo armonizzare coll'uso del pari continuo che si fa di quelle sostanze nella nutrizione.

Diversamente procedono le cose per gli animali. — Loro alimenti sono delle sostanze (albuminoidi, fecole, grassi), che si formano soltanto in seno ai tessuti viventi; non volatili, assai alterabili, solide per lo più e non solubili nell'acqua; le quali perciò non saranno atte a disseminarsi molecolarmente nello spazio attorno all'animale che se ne deve nutrire. — Queste sostanze dunque dovranno generalmente esser prese dall'animale o mentre

fanno parte del corpo nel quale presero nascimento, o mentre stanno tuttavia raccolte in quantità più o meno grandi in qualche brano dei suoi tessuti. — In ogni caso è evidente che desse si dovranno trovare irregolarmente distribuite nello spazio, e accumulate in masse quando più e quando meno voluminose. — Questo fatto fisico relativo ai cibi di tutti gli animali, eccetto i parasiti incomplete creature rispetto alle quali gli organi di un altro vivente sono parte necessaria degli strumenti della vita, porta con sè delle conseguenze non poche nè leggere. — I cibi non si trovano sempre ed uniformemente in prossimità dell'animale, bisogna adunque che una speciale impressionabilità permetta a quest'essere di accorgersi del momento in cui vi si appresentano, distinguendoli dai corpi di altra natura. Occorrono adunque, qualunque ne possa essere la forma, degli organi dei sensi. — I cibi arrivati casualmente in vicinanza dell'animale, possono del pari casualmente allontanarsene, bisogna adunque che l'animale abbia facoltà di muovere le parti del suo corpo per potere, se si tratta di un animale fisso, come ad esempio i polipi, fermare le masse alimentari che la fortuna gli offerse, e portarle in contatto col suo corpo nei modi occorrenti per digerirle ed assorbirle; e per potere se si tratta di un animale non adeso ad altri corpi andare, guidato dai sensi, in traccia dei suoi cibi ed impadronirsene. Occorrono dunque, qualunque ne sia la forma, degli organi di movimento, che nelle piante o mancano affatto, o presenti eccezionalmente servono a speciali funzioni non necessarie al continuo andamento della vita. — I cibi irregolarmente distribuiti nello spazio ora scarseggeranno ed ora casualmente abbonderanno in prossimità dell'animale, bisogna adunque che vi sia uno stimolo che lo spinga ad incontrare disagi e pericoli per cercarli quando ve ne è penuria; delle sensazioni che pongano un limite alla quantità che ne sarà presa, quando ve ne è ad esuberanza; ed il tormento della fame e la grave sazietà servono a tale uopo.

§ 11. **Necessità dei serbatoi delle sostanze alimentari nell'organismo animale.** — Cercati per calmare la molestia della fame, conosciuti per opera dei sensi, afferrati mediante i movimenti muscolari, i cibi degli animali saranno pur sempre introdotti nell'organismo di questi esseri non in modo continuo, come avviene nelle piante, ma con intervalli più o meno regolari di

tempo. — Continue sono negli animali come nelle piante le più intime e sostanziali funzioni della vita organica, la interruzione delle quali equivarrebbe alla cessazione della esistenza; qualche artifizio è adunque necessario per fare armonizzare la necessaria continuità delle reazioni nutritizie colla intercorrente somministrazione dei materiali che debbono alimentarle, e questo artifizio consiste nello esistere entro l'organismo animale dei luoghi di deposito delle sostanze alimentari, che possono tenerle in serbo in copia variabile per somministrarle a poco a poco senza interruzione al processo chimico della vita. — Questi luoghi di deposito sono l'adipe per le sostanze non azotate, per le azotate il sangue, al quale poi appartengono anche altri importantissimi uffici. — L'adipe ed il sangue hanno manifestamente questo carattere, e considerati sotto questo punto di vista ci porgono opportunità per alcune generali considerazioni circa le parti liquide dell'organismo dei viventi in confronto coi solidi che ne costituiscono la trama.

CAPITOLO II.

Uffici dei liquidi e dei solidi nell'organismo animale.

§. 12. **Carattere della individualità dei viventi; valore dei solidi per costituirla.** — Caratteristica specialissima dei viventi si è che i fenomeni delle singole molecole sono in essi subordinati ad una azione direttiva che le unifica nel grande fenomeno della vita dell'intiero individuo. — Questa azione direttiva emana dall'individuo tutto quanto senza derivare da una parte determinata, e congiunge le manifestazioni fenomenali delle singole molecole non già in una somma che semplicemente ne accresca il valore quantitativo, ma in una stretta sintesi che le fa essere tutte quante strumenti bene adattati per produrre un resultato nuovo, dotato di un carattere suo proprio, come il prodotto di un grande opificio è diverso da quello delle parziali operazioni necessarie per ottenerlo. — Quando deve sorgere questa più ampia individualità resultante dal consentire di parti più o meno numerose, per la genesi di un fenomeno al quale tutte cooperano, quelle parti dovranno essere fra loro diverse per la composizione loro, e conseguentemente per le proprietà loro e per gli uffici che sono atte a compire: perchè altrimenti sarebbe possibile soltanto una semplice somma

delle loro azioni, capace di far variare la quantità non il carattere del fenomeno. — Questa nuova e più alta individualità che nei viventi si incontra a differenza di quanto avviene nei corpi privi di vita, è cagione tanto più poderosa di effetti complicati e difficili quanto maggiore è il fascio delle potenze ad essa soggette, rappresentato dalle funzioni delle parti di cui l'individuo resulta.

Ed è pure da notare che solamente in virtù di questa complessiva individualità è possibile il fatto più culminante della vita organica così delle piante come degli animali, vale a dire il durare per certo tempo della esistenza dell'individuo in mezzo al continuo rinnuovamento molecolare, che ripara il guasto prodotto senza posa dalla caducità della composizione, e dalle manifestazioni delle proprietà organiche delle singole molecole. — Se ogni molecola esistesse da per sè, se in ogni molecola si dovesse ravvisare rappresentata l'individualità di un dato corpo, è di per se stesso evidente che del conservarsi rinnovellandosi non si potrebbe parlare, perchè una molecola novellamente formata si potrebbe sostituire ad un'altra che si fosse andata guastando, ma quelle due esistenze non sarebbero congiunte da legame veruno, e l'una non potrebbe in modo alcuno essere considerata come prosecuzione dell'altra.

Perchè nell'organismo di un essere vivente possa sussistere quella diversità di parti più o meno numerose, consenzienti come ora ho accennato, è con ogni evidenza necessario che desse resultino di molecole che non possano, liberamente muovendosi, confondersi in una omogenea mescolanza. — Allora dunque soltanto che queste parti saranno stabilmente e regolarmente diverse, la varia funzione di ognuna si potrà comporre regolarmente nella unità della vita dell'individuo. — Nei viventi per conseguenza è necessario che esistano delle parti alquanto differenti fra loro, le quali abbiano carattere di corpi solidi, comunque molli possano essere; all'insieme di questi solidi si appartiene di rappresentare la complessiva individualità di ognuno di quegli esseri. — Anche quando adunque la imperfezione dei nostri mezzi di studio potesse talvolta far sembrare omogenea la struttura di qualche piccolissimo e semplicissimo vivente, bisognerebbe ammettere che anche allora sotto quella apparente omogeneità si nascondesse la reale diversità di un certo numero di parti, consenzienti nell'esercizio delle loro funzioni. Se questo non fosse, quando cioè

tutte le molecole delle quali il corpo resulta potessero senza lor danno esistere separatamente, l'azione che per avventura esse esercitassero su delle molecole di altro genere colle quali si trovassero a contatto, sarebbe una pura e semplice reazione chimica non coordinata al compimento di un più esteso processo vitale. — E di questo coordinamento dei numerosi atti chimici che in vario modo si compiono in tutta l'estensione dell'organismo di un vivente non possiamo per certo dubitare: e come testimoni della sua realtà basterà citare il potere direttivo che emanando dal germe governa le reazioni chimiche generatrici delle parti nuove per modo che nella loro diversità si incarni il disegno del nuovo essere, che virtualmente esisteva nella piccola e semplice massarella del corpo riproduttore; basterà citare l'influenza coordinatrice delle metamorfosi che si verificano nel succedersi della età; basterà citare il regolare riprodursi delle parti amputate, piccole e di semplice struttura in taluni animali, estese e complicate in alcuni altri come ad esempio le salamandre. — Molto diversa potrà essere senza dubbio l'importanza delle singole qualità dei solidi organici per quello di che ora ho fatto parola, ma di questo non abbiamo ora da occuparci, tanto più che non ci sarebbe possibile arrivare a qualche resultato meritevole di seria considerazione.

§. 13. **Necessità dei liquidi.** — Dell'organismo dei viventi fanno parte egli è vero certamente ed in molta copia anche dei liquidi, ne sono scarse o di poco momento le reazioni chimiche cui dessi partecipano. I liquidi sono la via per la quale le sostanze nuove provenienti dall'esterno penetrano nell'organismo e minutamente vi si distribuiscono, e sono quelle che raccolgono dai tessuti e portano fuori del corpo i residui delle operazioni chimiche della vita organica. — Cosa molto increscevole ella è pur troppo che le nostre cognizioni circa la chimica composizione di quei liquidi siano così imperfette da non permetterci di conoscer bene molte minute particolarità della medesima, o di interpretare convenientemente gli effetti che nel fatto ne derivano. Di questo ci porgono esempio le alterazioni nella composizione chimica del sangue che non di rado i chimici non sanno ben constatare in alcune malattie evidentemente discrasiche, il dissolversi dei globuli sanguigni di alcune specie di animali nel plasma sanguigno di altre, senza che ne conosciamo la ragione chimica (Giannuzzi).

ed i danni che, forse per questo, produce il sangue di certi animali iniettato nei vasi di alcuni altri (Albertoni). — Importantissime cose sono senza alcun dubbio la composizione dei liquidi organici e le reazioni che in essi avvengono, sebbene per altro non bisogni dimenticare che per regola generale il contatto delle sostanze capaci di reagire, od i mutamenti delle esterne influenze che a quelle reazioni possono dare impulso, si dovranno effettuare per mezzo dalle parti solide dalle quali il corpo del vivente trae la sua forma e la sua struttura, se quei fenomeni non debbono accadere fortuitamente e sterilmente, ma debbono invece far parte in modo regolare e necessario del processo della vita.

§. 14. **Schema delle funzioni della vita organica: tre fasi.** — Per opera di questi liquidi e di questi solidi si effettua nell'organismo dei viventi una serie di fenomeni chimici, che è la parte più sostanziale della vita organica: della quale conviene considerare l'insieme per formarsi un concetto giusto del carattere e della importanza dei diversi strumenti che vi cooperano.

In tre grandi fasi possiamo spartire il processo della vita organica. — Nella prima si comprendono le operazioni che servono ad elaborare le sostanze alimentari dei cibi per renderle atte all'uso cui sono destinate. — Nella seconda è da riporre l'uso dei nuovi materiali convenientemente preparati per il restauro dei tessuti, e la successiva loro alterazione per il fatto stesso della vita, e più efficacemente per quello delle manifestazioni delle attività organiche di quei medesimi tessuti. — La terza resulta di quelle funzioni che liberano l'organismo dai residui inservibili delle operazioni compiutesi nelle altre. — Questa semplice enumerazione basterà se non erro per farci subito accorti della differenza grandissima di carattere fra la seconda delle anzidette fasi e le altre due.

Caratteristica generale di tutti i viventi si è che la sostanza di cui sono composti non possa senza alterarsi esercitare le funzioni della vita, talchè l'esistenza degli individui sarebbe molto breve se a questa continua demolizione non facesse riparo una non meno continua formazione di nuove molecole organiche: come la favolosa fenice, la vita risorge ad ogni istante dalle proprie ceneri. — Cosa di per se stessa evidente ella è adunque che in quel processo riparatore dobbiamo ravvisare l'atto veramente essenziale della vita organica, del quale gli altri sono preparazione o con-

seguenza. — Diversa è la forma, come altra volta ebbi occasione di notare, colla quale questo fatto fondamentalissimo si produce nei vegetabili e negli animali, giacchè nei primi dalle parti antiche (strati già induriti nelle parti assili, foglie indurite nelle parti appendicolari) trasmigra la vita nei giovani strati del libro e nelle frondi novelle; nei secondi le molecole non più atte al ministero vitale sono tolte via minutissimamente dal punto che occupavano, talchè il fatto già menzionato della caducità organica e della nuova generazione di elementi nuovi che le fa riparo, non si rivela alla osservazione superficiale. — Fabbricare senza posa molecole organiche nuove è l'atto veramente fondamentale e costante della vita, in virtù del quale soltanto l'esistenza degli individui può durare, ad onta del continuo invadere della morte nelle molecole più antiche. — Preparazione di quell'atto è tutto quello che serve a provvedere il materiale per la nuova edificazione, ad elaborarlo convenientemente, a distribuirlo nei punti ove deve essere adoperato: conseguenza quello che serve ad eliminare gli avanzi di queste operazioni od i prodotti del disfacimento delle particelle che cessarono di vivere. Discontinua è la produzione di nuovi individui, che viene con certi intervalli a supplire alla imperfezione del processo della riparazione molecolare, capace di prolungare non di perpetuare l'esistenza degli individui; ne questo discontinuo fenomeno si potrebbe considerare come la caratteristica fondamentale di un fatto continuo quale è la vita.

§. 15. **Importanza dei solidi nella seconda fase.** — Dal breve schema col quale mi sono provato a rappresentare la più sostanziale spartizione delle operazioni della vita organica, si rileva agevolmente che nella seconda delle tre fasi delle quali ho fatto parola i solidi organici debbono avere necessariamente una importanza molto più diretta che nelle altre. In quella seconda fase infatti essi debbono intervenire inevitabilmente perchè si tratta appunto del loro proprio restauro; nelle altre due dessi sono strumenti per la elaborazione od il trasporto di molecole che faranno o fecero già parte della compagine dell'individuo, in questa sono ad un tempo strumento e subietto della funzione che si compie. — E poichè dalle reazioni che in questa fase del lavoro della vita si effettuano dipende ad ogni istante il carattere che quei solidi andranno ad avere, ne deriva che gli effetti

del modo di procedere di tali reazioni dovranno subito farsi manifesti nelle proprietà degli strumenti di maggiore importanza dell'intiero organismo. La efficacia di ognuno dei quali sul complessivo andamento della vita tanto si fa maggiore quanto più stretto è il vincolo che unisce nella composizione della individualità complessiva di un dato vivente le secondarie individualità di ciaschedun organo: tanto meno subordinate e necessarie una per una alla esistenza del tutto quanto più ci discostiamo dai viventi dotati di più elevata organizzazione, sinchè si giunga al caso delle piante, in cui i numerosi organi costituiscono poco più che una colonia di esseri dotati di esistenza notevolmente indipendente.

§. 16. **Parte che hanno i liquidi nella prima e nella terza.** — Nella prima e nella terza fase da me più sopra accennate, subietto delle funzioni sono i liquidi contenenti le molecole che non passarono ancora a far parte dei solidi organici, o se ne distaccarono. — In qualcuno di questi umori si possono trovare dei corpicciattoli solidi dotati di una loro propria struttura, i quali in virtù di questa saranno strumenti capaci di esercitare azioni speciali più potenti e singolari di quelle delle isolate e indipendenti molecole di un liquido, senza dovere per questo essere annoverati alla pari delle parti che hanno stabile sede, fra i componenti della vera e propria fabbrica individuale, che peraltro contribuiscono efficacemente a mantenere.

§. 17. **Influenza reciproca dei liquidi e dei solidi.** — In tutte le tre fasi più volte ricordate degli atti della vita organica prendono parte dei liquidi e dei solidi talchè dalla qualità degli uni e degli altri dovrà dipendere il modo di effettuarsi di quel complesso di azioni chimiche; su tutte le tre fasi esercitano influenza le cose del mondo esteriore, e questa influenza si può dispiegare per la via dei liquidi e per quella dei solidi. — Dal mondo esteriore infatti vengono le molecole nuove che sono necessarie per alimentare il processo chimico della vita, e vanno a mischiarsi ai liquidi organici; per mezzo dei quali dovranno poi essere distribuite in seno ai solidi organici, coi quali entreranno in reazione in modo non sempre eguale se non sarà sempre eguale la loro composizione. — Per opera dei liquidi e dei solidi organici debbono per altro quei nuovi materiali subire, prima di essere adoperati per la nutrizione dei tessuti, delle elaborazioni che ne

modificano il carattere, e di questo pure dobbiamo tener conto. Questa azione si potrà esercitare sia collo espellere o fare rimanere nell'organismo determinata quantità di certe o certe altre sostanze, sia per mezzo di reazioni chimiche incominciate nell'apparato digerente e proseguite nello insieme dei mal noti organi emapoietici, che imprimono alle diverse sostanze alimentari il preciso carattere col quale si troveranno poi nel luogo nel quale adempiono veramente il loro ufficio, cioè nei succhi interstiziali. Il qual carattere è diverso non solo da quello che le dette sostanze avevano nei cibi, ma ben anche da quello che avevano nell'apparato digestivo a digestione compiuta, perchè i prodotti della digestione non si ritrovano tali quali, non dico nei succhi interstiziali dove mal sapremmo cercarli, ma nemmeno nel sangue. — Questa elaborazione non si può credere ragionevolmente che sia sempre identica, nel qual caso l'organismo dei viventi sarebbe molto male difeso contro gli eventuali ed irregolari cangiamenti che si possono verificare nella composizione delle parti alimentari dei suoi cibi. Diversa in circostanze differenti è da presumere che sia quella azione, e di vario genere le cagioni che producono tale diversità. — Non sempre identica sarà la costituzione della trama dei tessuti, e non identiche perciò saranno allora le loro proprietà organiche ed il loro modo di agire: ed in queste diversità dovremo scorgere le conseguenze del modo col quale quella trama precedentemente si era formata; modo non sempre eguale, sia a motivo del materiale non costantemente identico somministrato dai liquidi nutritizi, sia a motivo delle varie influenze che spiegarono la loro azione sulle reazioni che andavano ricostituendo le molecole del tessuto. — Anche quando per altro la costituzione di un tessuto si conservi sempre rigorosamente inalterata, può accadere che le sue funzioni non siano sempre esattamente le medesime. Le proprietà organiche di una parte qualsiasi di un vivente si dispiegano e producono il loro effetto quando su quella parte agiscono stimoli convenienti al modo di impressionabilità che dessa possiede; ed il grado di energia e la qualità di questi stimoli può far variare non solo la quantità ma sino ad un certo punto anche il carattere delle funzionali manifestazioni di un organo. — Stimoli capaci di produrre questi effetti saranno, prima di tutto il succo interstiziale considerato qui non come somministratore delle mo-

lecole che partecipano alle reazioni organiche, ma bensì per la impressione che a seconda della sua composizione può fare sulla trama organica che ne è imbevuta; eppoi diverse circostanze esteriori come ad esempio la pressione, e lo stato degli imponderabili.

Scarso molto più che non vorremmo è il numero delle cognizioni che possediamo circa questa parte del nostro argomento; perchè se non è sempre facile conoscere quello che concerne le variazioni nella composizione dei liquidi organici, le quali sono un fatto durevole che si può constatare anche estraendo quei liquidi dall'organismo ed esaminandoli chimicamente, è moltissimo più difficile avere diretta cognizione delle azioni che uno od un altro organo può esercitare su i liquidi coi quali il suo tessuto si trova a contatto. Nessun mezzo si potè trovare che ci dia certezza immediata di quel che accade in quelle parti, per necessità lontane dalle superfici del corpo, alle quali non abbiamo modo di giungere colle nostre osservazioni senza turbare grandemente la normalità degli atti che vi si compiono. — Difficile quasi sempre in sommo grado si è lo argomentare per via indiretta quello che direttamente non possiamo conoscere, perchè gli effetti della funzione di un tessuto e spesso anche di un organo, non si mantengono distinti, ma entrano molto sollecitamente a far parte di complicate combinazioni fenomenali, nelle quali non sappiamo che cosa sia da attribuire ad una, che cosa ad un' altra cagione. — A più indiretti ma non perciò spregevoli dati ci conviene per tali motivi ricorrere per persuaderci di quella variabile azione dei solidi organici in conseguenza delle influenze cui vanno soggetti per parte delle cose del mondo esteriore.

Ed uno di questi argomenti lo troviamo nel fatto innegabile che le cagioni delle malattie non sono solamente le sostanze incongrue che per la via dell'assorbimento intestinale, od anche se vuolsi respiratorio, si possono introdurre nei liquidi organici; essendovene anche molte altre che operano mediante l'impressione che fanno su questa o quella parte dell'organismo; senza che ora ci importi di indagare se la loro efficacia si dispieghi per via di pure azioni nervose, o di modificazioni nella circolazione capillare, od in altra guisa. — La pelle è probabilmente uno degli organi di maggiore importanza sotto questo punto di vista, perchè,

largamente ed in modo diretto esposta alle azioni provenienti dall'esterno, ha colle cose esteriori delle relazioni di cui non sappiamo bene determinare il carattere ma che sono senza dubbio di molto valore. A tutti è noto infatti come per ripetute e variate esperienze fu constatato che inverniciando con sostanze diverse, purchè atte a formare uno strato continuo membraniforme, tutta o quasi tutta la pelle di un animale, questo muore entro breve tempo; anche se si tratta di animali grossi e forti, con pelle dura coperta di pelo, come ad esempio i cavalli. Chi sa quante volte un lieve disturbo di quelle ignote funzioni che la inverniciatura offende mortalmente, sarà il punto di partenza di qualche processo morboso. Anche l'azione salutare dei bagni è da credere che debba essere interpretata facendo fondamento su qualche mal nota maniera di impressionabilità della pelle, anzichè per l'incerto e debolissimo assorbimento cutaneo: in quale maniera potremmo altrimenti intendere gli effetti per esempio dei bagni di acqua dolce, della quale per la via della pelle poche gocce possono andare ad aggiungersi agli umori del corpo, mentre ve ne possiamo agevolmente mandare moltissime quando beviamo un bicchiere di acqua?

Un altra prova della importanza di talune mal note relazioni dell'organismo col mondo esteriore l'abbiamo nelle epidemie, nelle quali non potendo attribuire la generalità del male alla somministrazione di cibi o bevande egualmente corrotte per tutti quelli che infermano, dobbiamo credere che dessa derivi dalla innormalità di qualcuna delle esterne impressioni che influiscono del continuo sull'andamento della vita.

Anche guardando a quello che è intrinseco all'organismo animale potremo trovare qualche ragione per persuaderci della influenza direttiva che spetta ai solidi negli atti della vita organica, indipendentemente da quel che deriva dalla più o meno mutabile composizione dei suoi liquidi. — Una cosa che può meritare la nostra considerazione sotto questo punto di vista si è la robustezza; la quale come ognuno sa è ben diversa dalla salute, consistendo questa ultima nello esercizio delle funzioni delle varie parti del corpo con quella giusta corrispondenza che le fa essere parti bene armonizzate del fenomeno della vita, e consistendo la prima nella attitudine di certi organismi a seguitare con poca o con opportuna variazione nell'esercizio delle loro funzioni ad onta

di notevoli cangiamenti nelle condizioni esteriori. — Una macchina, un orologio per esempio, può essere benissimo costruita ed avere movimento regolarissimo, ma se quella macchina sarà fatta di un metallo che per i cangiamenti di temperatura si dilati o si restringa molto, la regolarità del movimento sarà subordinata alla costanza della temperatura: un' altra macchina può essere di egualmente buona costruzione, essendo peraltro fabbricata con metallo molto meno sensibile alla azione del calore, o meglio ancora munita di apparati compensatori che rendano nulle le conseguenze dei cangiamenti di densità prodotti dal calorico, e questa macchina manterrà eguale il suo movimento anche quando la temperatura esteriore subisca notevoli mutamenti. A queste due macchine si possono assomigliare due organismi nell' uno dei quali le funzioni della vita procedano regolarmente quando si abbia molta cura di mantenere del pari costanti e regolari le esterne circostanze; nell' altro la vita proceda con eguale o poco minore regolarità in mezzo all' irregolare cangiamento nella composizione e nella distribuzione dei pasti, nelle vicende della temperatura esteriore, del sonno e della veglia, della fatica e del riposo, ec. — Quale è il significato di quello che diciamo robustezza? Quell' adattarsi degli organismi robusti ai cangiamenti delle circostanze esteriori, può in certi casi significare diminuzione di impressionabilità, analogamente a quello che è nella macchina fatta di metallo poco dilatabile per il calore; ma in altri casi, come ad esempio quando nei robusti si ha un aumento di attività in molti atti della vita organica per un grado di freddo che nei deboli produrrebbe fenomeni di assiderazione, la robustezza significa modificazione compensativa dell' andamento di alcune funzioni, per modo che si mantenga regolare l' andamento degli atti più essenziali della vita. — Questa modificazione deriva dunque dalla opportuna mutabilità nel consenso funzionale dei diversi organi; è una speciale e più spiccata manifestazione di questo consenso: e poichè di questo consenso è strumento la trama solida degli organi, bisogna concludere che sul modo di comportarsi degli organi possono esercitare una influenza direttiva delle cose che operano sulle loro parti solide. — Già altrove citai alcuni fatti che mostrano come il consenso delle parti di un organismo per costituire la individualità del tutto, si riveli anche negli atti chimici generatori di molecole organiche di vario ge-

nere a seconda di un regolare disegno, così nei casi di riproduzione di parti amputate come nella evoluzione embrionale e nella metamorfosi prodotta dall'età, nè per conseguenza ci dovrà parer cosa troppo singolare se questo medesimo consenso dispiega il suo potere variabilmente a seconda della diversità dei casi sovra altri atti funzionali, nei quali pure entrano delle reazioni chimiche.

Dalle cose che sono venuto esponendo possiamo dunque concludere che le ragioni del modo di procedere degli atti chimici della vita organica deriveranno in parte dai liquidi ed in parte dai solidi, e potranno essere modificate per opera di cose che agiscono sugli uni e sugli altri. Diversa sarà presumibilmente nei singoli casi l'efficacia di ognuna delle numerose cagioni che cooperano alla produzione di questa o quella parte del fenomeno summenzionato, sebbene la imperfezione delle cognizioni nostre su tal proposito non ci permetta nemmeno di provarci a determinare caso per caso il valore di ognuna, ed il modo della loro associazione; ma nondimeno dovremo essere persuasi che per interpretare giustamente il modo di procedere degli atti della vita organica non converrà prendere di mira uno soltanto dei diversi ordini di cagioni di che ho fatto parola.

§ 18. **Riassunto.** — Troppo lunga digressione è stata questa intorno a certi uffici generali dei liquidi e dei solidi nell'organismo dei viventi, ma le attrattive dell'interessante argomento in grazia delle quali mi è accaduto di trattenermi a parlarne più di quanto avevo avuto in animo di fare, varranno anche per ottenermi scusa presso il lettore. Tornando ora al punto dal quale mi ero partito dirò che per tutte le ragioni più sopra enumerate mi pare confermato che i resultati del confronto dei liquidi e dei solidi organici, guardati da un punto di vista molto generale come appunto ho cercato di fare nelle pagine precedenti, siano meritevoli di non poca considerazione, perchè è fra i solidi che si debbono trovare i rappresentanti di quella individualità degli esseri viventi che resulta dal consentire in un fine comune le funzioni di parti fra loro diverse.

CAPITOLO III.

Relazioni dell'adipe coll'organismo animale.

§ 19. **Il sangue e l'adipe come termini immediati delle reazioni nutritizie.** — Dal sangue direttamente, ma indirettamente anche dall'adipe, provengono i materiali che del continuo alimentano le reazioni più essenziali della vita, quelle cioè nelle quali consiste il rinnuovamento molecolare, che è condizione necessaria perchè nei tessuti degli animali durino le proprietà organiche che li caratterizzano e li rendono atti all'esercizio delle loro funzioni. — Il sangue e l'adipe sono negli erbivori e nei carnivori sostanzialmente eguali, offrendo soltanto nelle diverse specie delle lievissime differenze le quali staranno forse in relazione col preciso modo di procedere delle reazioni nutritizie in ciascuno di quelli animali. — Notevole uniformità si scorge adunque guardando le cose da questo lato nei più centrali ed immediati fenomeni della nutrizione dei tessuti negli erbivori e nei carnivori. — Molto diverso per certi lati è il cibo di quei due grandi gruppi di animali, e corrispondentemente diversi sono in essi i mezzi per impadronirsene e per elaborarlo; come in una consimile diversità dissi già che guardando le cose anche più in generale, possiamo trovare la ragione delle più fondamentali differenze fra l'organismo delle piante e quello degli animali, e come, scendendo invece ai particolari, possiamo in altre congeneri diversità trovare la ragione della conformazione e delle attitudini dell'organismo di ogni singola specie. — Tutte queste differenze fanno sì che il mirabile fenomeno della vita si possa produrre in mezzo ad una grandissima varietà di circostanze, ma sotto questa molteplicità di superficiali parvenze, troviamo che anche negli animali che maggiormente differiscono per il regime, la parte più culminante ed essenziale di quel fenomeno si riduce ad una equazione di pochi termini singolarmente costanti.

§ 20. **Quali saranno nelle piante i termini generali equivalenti dei processi chimici della nutrizione.** — Questo fatto che si verifica negli animali può far parere verosimile che anche nelle piante, in mezzo alla varietà grande dei fenomeni più periferici del gran processo della vita, si possano trovare alcuni termini centrali che corrispondano a quelli già accennati per gli animali; ma troppo in-

sufficienti sono per adesso i dati di fatto per tentare questa indagine. — Nelle piante la continua somministrazione delle sostanze alimentari dal terreno e dall'aria, rende superflua l'esistenza di quei serbatoi nei quali va come in deposito negli animali il prodotto della digestione di un pasto e delle successive sue elaborazioni, per essere poi adoperato nell'intervallo fra quello ed il pasto successivo. — Anche nelle piante si trovano egli è vero dei depositi di sostanza alimentare, destinati a supplire ai discontinui bisogni che si verificano nel germogliamento dei semi, o nell'altro caso, per certi lati congenere a questo, dello spuntare di fronde novelle dopo un periodo di riposo della vegetazione, ed in qualche altro simile; e questo carattere dei depositi amilacei potrebbe farli considerare come equivalenti al tessuto adiposo, in quanto che esso pure può supplire ad eventuali bisogni dell'organismo, come si fa manifesto nel letargo degli animali ibernanti, e nel digiuno dei cammelli che viaggiano a traverso il deserto, a mo d'esempio nell'epoca degli amori. — Peraltro poichè quei depositi amilacei resultano di sola sostanza non azotata, è cosa credibile che dessi, al pari dell'adipe, rappresentino soltanto una parte delle riserve nutritive; e mancandoci la cognizione piena e sicura del rimanente, ed in specie di quello che concerne i diversi liquidi organici delle piante, non possiamo dire quali e quante siano le sostanze che presumibilmente costituiscono il pascolo immediato della vita dei vegetabili, in modo simigliante a quel che fanno a quanto pare negli animali gli albuminoidi del sangue ed i grassi dell'adipe.

§ 21. **La duplice qualità del materiale (sangue, adipe) non importa duplicità nella serie delle reazioni.** — Duplice è il carattere dei corpi che alimentano per quello che sembra in modo diretto le operazioni chimiche della vita organica, essendo azotati gli uni (albuminoidi) non azotati gli altri (grassi). — Questo duplice carattere fu creduto indizio della esistenza di due serie di reazioni nel processo chimico della vita, referibili una agli albuminoidi e l'altra ai corpi grassi, notevolmente indipendenti e indirizzate a fini diversi, l'una cioè al restauro nutritizio dei tessuti, l'altra alla termogenesi e, come in seguito si disse, alla produzione del movimento. — Quella supposizione peraltro ideata da dei chimici giustamente illustri e dotati di ingegno vasto e potente per aggruppare attorno a pochi fatti generali la serie varia e nume-

rosa delle reazioni chimiche dell'organismo animale, è in oggi accolta con meno favore che per lo addietro, e veramente non mi sembra che vi sia ragione per accettarla. — Mediante quella supposizione non si può dire che riesca più facile rendersi conto dei resultati del processo chimico della vita, perchè anche da una serie unica di reazioni possono quei resultati derivare così bene come da due, talchè per ammetterla bisognerebbe che vi fosse qualche altro più potente motivo. — Una ragione molto concludente si avrebbe se si vedesse una corrispondenza manifesta fra il diverso grado di energia dell'una o dell'altra delle due supposte serie di reazioni e la quantità del consumo di quel tal materiale che ad ognuna di esse si referisce, o la quantità dei resultati ultimi delle avvenute reazioni; ma questo è ben lungi dallo accadere. — Se si guarda alla termogenesi non si può fare a meno di notare che tanto fra gli animali a sangue caldo quanto fra quelli a sangue freddo si trovano del pari erbivori e carnivori, e che il cibo conterrà perciò gli stessi albuminoidi, le stesse fecole, gli stessi grassi, così nei più caldi come nei più freddi animali, mentre parrebbe ragionevole che si trovassero molte meno sostanze non azotate nel cibo degli animali a sangue freddo se desse dovessero servire precipuamente ad alimentare le reazioni termogene. — Anche per quello che concerne la produzione del movimento, sebbene la cosa sia meno chiara, conviene osservare che quando gli uomini o gli animali debbono fare grandi fatiche, abbisognano secondo il concorde resultato della volgare osservazione, e delle esperienze fatte con maggiore esattezza su delle brigate di lavoratori, di cibi ricchi di albuminoidi, come le carni ed i semi delle piante, anzichè di cibi costituiti principalmente di fecole o di grassi. — Nemmeno la quantità dei corpi che si considerano come prodotto o residuo delle reazioni riscaldatrici è sempre quale dovrebbe essere secondo la teoria di cui ci occupiamo, perchè dalle celebri esperienze di Regnault e Reiset resulta che a parità di peso il baco da seta assorbe ossigeno ed esala acido carbonico quanto l'uomo, ed eguale resultato ottenne Bütschli nella *Blatta orientalis* senzachè tutti questi insetti anche ammassati attorno alla palla di un termometro manifestino di avere una temperatura notevolmente superiore a quella dell'ambiente. — La supposizione della esistenza di una speciale serie di reazioni chimiche indipendenti da quelle

nutritive, destinate a svolgere calorico o forza muscolare, non trova dunque appoggio nella costante proporzionalità fra la quantità delle sostanze dalle quali si pensò che fosse alimentata ed il calore o la forza meccanica prodotta; nè in tutti i casi fra queste cose e la quantità dei corpi che si considerarono come ultimo termine di quella serie di reazioni, fra i quali primeggia l'acido carbonico. — Una ragione per la quale la già accennata supposizione sembrò accettabile e quasi direi necessaria, si fu che nello immaginare quello che doveva accadere delli albuminoidi dei tessuti, quando o per età o per altro motivo venivano ad alterarsi, si pensò che quelli albuminoidi si disfacessero integralmente in sostanze escrementizie; nel qual caso per ritrovare la somma dei composti non azotati che vengono espulsi dall'organismo, e per trovare le calorie necessarie a mantenere la temperatura del corpo, od a renderci conto della forza meccanica prodotta, bisognerebbe supporre che si fossero decomposte o come comunemente dicono bruciate anche certe determinate quantità di grasso. — Questo modo di pensare non è peraltro necessario. — Gli albuminoidi sono dei corpi così mal noti chimicamente che non si potrebbe neppure dire con sicurezza che costituissero tali quali li conosciamo delle specie chimiche ben definite, e che si potesse parlare di una molecola albuminoide come di una di acido carbonico, o di zucchero, ec; quello peraltro che è certo si è che gli albuminoidi resultano da un numero straordinariamente grande di molecole dei corpi semplici che entrano nella loro composizione. — Altri corpi conoscono i chimici i quali resultano essi pure di molte molecole semplici, benchè non tanto numerose come negli albuminoidi, tali sono ad esempio i grassi neutri, i glucosidi, ec., e per questi le indagini chimiche hanno fatto conoscere che tutte quelle molecole elementari non si debbono considerare come unite alla rinfusa in un unico gruppo, ma spartite bensì in diversi sistemi, che sono gli elementi immediati delle sostanze ora menzionate e mostrano un certo grado di indipendenza nelle reazioni a cui esse sostanze partecipano in uno od in altro modo. — Questo che è vero per i corpi già ricordati deve per forte ragione di analogia esser vero anche per gli albuminoidi, i quali perciò è presumibile che direttamente resultino da un certo numero di gruppi molecolari in cui il carbonio, l'idrogeno, l'azoto, l'ossigeno, lo zolfo, siano inegualmente distribuiti, potendo anzi al-

cuno di questi gruppi molecolari essere anche affatto privo dell'uno o dell'altro dei corpi semplici summenzionati. — Se la cosa è così, le reazioni cui partecipano gli albuminoidi potranno procedere in diverso modo per le singole parti di cui questi corpi resultano, ed il guasto ed il restauro della fabbrica della loro molecola che è quanto dire il rinnuovamento nutritizio della loro sostanza, si potrà effettuare con rapidità molto diversa per le varie parti di cui quella molecola resulta, richiedendo una quantità di materiali nuovi la di cui complessiva analisi elementare dia delle quantità di corpi semplici che siano in proporzione molto diversa da quella nella quale si trovano facendo l'intiera analisi elementare degli albuminoidi. — In questo modo si potrebbe intendere che tanto le sostanze azotate somministrate dal sangue quanto il grasso proveniente dal tessuto adiposo partecipassero ad un insieme di reazioni chimiche riferibili alla molecola albuminoide dei tessuti; reazioni che debbono per certo avere fra loro un legame assai stretto in modo da costituire un unico sistema, le di cui parti potranno nondimeno entro certi limiti subire qualche modificazione loro propria. — È una supposizione questa che ho fatto, la quale però, se non m'inganno, è più conforme ai dati di analogia che possiamo desumere dai casi che meglio conosciamo, dell'altra che ammette il disfacimento integrale della molecola albuminoide considerata come una cosa unica e non divisibile; ed io l'ho fatta soltanto per mostrare che senza escire dai limiti delle cose ragionevolmente ammissibili si può comprendere che anche i grassi, comunque diversi dalla sostanza di cui resultano in genere i tessuti degli animali, possano entrare nel vortice delle reazioni che concernono appunto il rinnuovamento nutritizio di quella sostanza.

§ 22. **Importanza dinamica delle due specie del materiale adoperato, e dell'ossigeno atmosferico.** — Un lato non poco importante di tutte quante le reazioni chimiche è quello della energia che per esse si libera, o diviene latente sotto forma di tensione, e non meno che per tutte le altre reazioni questa cosa è importante per quelle che concernono il processo chimico della vita. Le sostanze di cui si nutrono le piante sono molto semplici combinazioni, che rappresentano piccola somma di tensioni molecolari, talchè per giungere alle tensioni molto maggiori esistenti nei vari corpi che gli organismi delle piante producono, è necessario

che una non lieve quantità di energia traggano le piante dai raggi solari. Inverso è il caso per gli animali, nei quali i prodotti espulsi dall'organismo rappresentano una somma di tensioni chimiche molto minore di quella delle sostanze che vi entrarono; ed a quella differenza corrisponde l'energia che prese forma di movimento prodotto dalla forza muscolare, di calorico più o meno copioso, di elettrico, o di altri movimenti molecolari. — Meritevole di molta considerazione si è adunque, quando si guardi in generale il processo chimico della vita degli animali, la quantità di energia che porta in tributo ogni singola categoria dei corpi che a quel processo prendono parte. — Da questo punto di vista è senza alcun dubbio di somma importanza l'ossigeno che entra libero dalle superfici del corpo; il quale, come è ben noto, combinandosi con altre sostanze è capace di produrre la liberazione di quelle grandissime quantità di energia di cui porgono splendido esempio le ordinarie combustioni; e sotto questo medesimo punto di vista molto importanti sono i grassi, che bruciando possono, come tutti sanno, produrre molto calore, meglio assai degli albuminoidi. — Questa considerazione deve senza alcun dubbio far dare grande importanza all'ossigeno ed al grasso, quando si vuole fare il calcolo della energia che negli animali si svolge nell'atto della vita, e serve alla genesi dei movimenti e degli imponderabili che in essi si manifestano; senzachè per questo sia necessario supporre che quell'ossigeno e quei grassi siano soggetti di una serie speciale e distinta di fenomeni chimici, separatamente dagli albuminoidi. — Confrontando le quantità di tensioni molecolari dei corpi dai quali si inizia il processo chimico della vita degli animali, e di quelli nei quali termina, riesce evidente che nell'intervallo ha dovuto accadere una notevole liberazione di energia, ma questo non ci obbliga ad ammettere la esistenza di una speciale serie di azioni chimiche destinate a tale scopo. — Scarsissime e quasi che nulle sono le nostre cognizioni circa il modo di effettuarsi del processo chimico della vita degli animali, e per conseguenza non possiamo dire quali siano veramente le reazioni di cui resulta in ogni sua fase, quali le quantità di energia che si liberano o divengono latenti in ognuna, e quale il carattere che caso per caso assume l'energia che cessò di esistere come tensione chimica. — E tanto più bisogna confessare la nostra ignoranza pensando ai già citati esempi del Baco da seta e della

Blatta, nei quali da un lato abbiamo produzione copiosa di acido carbonico, e dall'altro movimenti poco energici, e mancanza di una temperatura propria, mancanza cioè di svolgimento copioso di calorico; talchè stando a quei due fatti parrebbe che per fare il calcolo della energia liberata nelle reazioni chimiche della vita, e delle nuove forme che dessa assume, ci mancasse la cognizione di qualche termine della cercata equazione, dotato in quei casi di singolare importanza.

§ 23. **Azione coordinatrice delle reazioni della vita organica, varie e molteplici nelle origini e nei resultati, semplici nei termini centrali della serie.** — Le operazioni della vita organica hanno per resultato di porre continuo riparo alle rovine che altrimenti la caducità delle molecole organiche in breve tempo farebbe nascere nell'organismo dei viventi; e strumento efficace di quelle operazioni è l'organismo stesso che viene in questa guisa preservato. — Se consideriamo la vita di una pianta troveremo in essa una serie di reazioni chimiche per le quali dalle semplici combinazioni inorganiche che alimentano i vegetabili, si sale alla composizione in sommo grado complessa degli albuminoidi e delle altre sostanze di cui resultano composti i tessuti di quei viventi. — Perchè queste reazioni si possano compiere è necessaria una quantità nuova di energia che venga ad aggiungersi a quella che esisteva già nelle primitive combinazioni alimentari, e dai raggi solari sappiamo infatti che la traggono le piante. — Ma in questa forza, e nelle molecole che ne subiscono l'impulso, non si trova intiera la ragione del fenomeno che si produce: condizione necessaria è l'intervento dei tessuti viventi dei vegetabili, nei quali risiede la virtù di trasformare in tensioni chimiche quella energia che esisteva come vibrazione dell'etere nei raggi del sole. — Nè questo è tutto: le preaccennate reazioni per le quali si sale dalle semplici e stabili combinazioni delle sostanze alimentari a quelle complesse ed instabili dei componenti dei tessuti, si debbono effettuare con certa determinata diversità nelle parti diverse di ogni pianta; i corpi che vengono prodotti debbono essere trasportati da un punto ad un altro, e distribuiti con ordine prefisso nei singoli punti di ciaschedun organo; e di tutte queste differenze che si armonizzano e consentono nella vita dell'intiero individuo, non sapremmo trovare ragione all'infuori di una influenza unificatrice e direttiva che emana appunto dall'intero indivi-

duo. — Diverso grado di importanza avranno presumibilmente in questo ufficio le parti diverse, i diversi tessuti, ma nulla possiamo dire di tutto ciò perchè nessun dato di fatto possediamo in proposito.

Dalle piante le sostanze organiche che desse produssero passano nell'organismo degli erbivori, e da questi in quello dei carnivori, dove terminano di esistere come tali, tornando a risolversi in più semplici gruppi molecolari. — Minori assai sono le modificazioni che in questa seconda parte del loro tragitto nel cammino della vita incontrano i gruppi molecolari, che tanto profonde trasformazioni subirono nella prima, nè qui è il caso di cercare di dove possa venire una forza nuova che le produca, perchè nel complesso non possiamo dire che vi sia aumento di tensioni chimiche in quei gruppi molecolari. — Più diversa che nelle piante bisogna invece riconoscere essere negli animali la qualità delle molecole organiche elaborate nel loro organismo; maggiore la varietà degli organi che ne resultano; più importanti le conseguenze delle proprietà di cui ognuno di essi è dotato. — Le piante infatti non debbono esser capaci, come è necessario che siano gli animali di avvertire la discontinua presenza dei cibi, nè di agire con varietà di modi per impadronirsi di quelle sostanze quando ne viene il destro. — L'impressionabilità per le cose esterne, e l'attitudine al movimento sono due cose necessarie ed intrinseche al concetto della vita animale e non sono tali in quello della vita delle piante, nelle quali è continua ed indipendente dall'opera loro la somministrazione dell'alimento. — Se adunque l'organismo degli animali ha da faticare assai meno di quello delle piante per elaborare le sostanze che riceve dal di fuori, assai più ha da esercitare il suo potere coordinatore per dare a quelle sostanze certe speciali e più o meno numerose maniere di impressionabilità, e per distribuire ognuna delle diverse categorie di molecole così impressionabili in quei punti dell'organismo dove si troveranno esposte alle cagioni alteratrici che loro convengono, e sprigioneranno la forza che in ognuna di quelle località produce i fenomeni che in esse si debbono verificare. Le funzioni dell'organismo animale si effettuano a spese di quella forza che in copia gli viene somministrata sotto forma di tensione chimica dalle sostanze alimentari e dall'ossigeno respiratorio; diversamente da quello che è nei vegetabili, nei quali sono gli imponderabili dei raggi solari che

somministrano la forza per le operazioni che si vanno compiendo, per inalzare i semplici gruppi molecolari dell' alimento delle piante al grado elevato delle complicate ed instabili combinazioni che si trovano nei loro succhi e nei loro tessuti. — Insignificante adunque per la natura stessa delle cose deve essere nelle piante l' ufficio degli stimoli, considerati nel modo che procurai di specificare in un altro mio scrittarello, perchè l' opera degli stimoli non può far crescere la somma delle forze esistenti in stato di tensione, che è appunto quello che accade nei vegetabili, ma deve invece ridurla minore. — Negli animali la forza che si trova latente nelle sostanze che il loro corpo riceve dal mondo esteriore, e che è quella che mantiene il movimento delle funzioni, non deve essere svolta con continua uniformità, perchè gli atti della loro vita si debbono conformare ad ogni momento alle variabili circostanze esteriori: negli animali adunque saranno molte le occasioni nelle quali l'azione dovrà essere suscitata da uno stimolo che sprigioni nel momento opportuno la potenza che già esisteva virtualmente nei tessuti dotati di convenienti impressionabilità. — Ecco perchè negli animali è importante quella varietà di minutissime modificazioni molecolari per le quali in alcuni punti induce una modificazione la luce, in altre invece il suono, il calorico ec., e per la quale anche più spesso un determinato agente, producendo in una parte sulla quale opera una modificazione che la coscienza non avverte, provoca in altri organi dei fenomeni opportunamente consensuali; ed è importante l' esatta distribuzione di queste diverse maniere di molecole alterabili nei punti ove normalmente incontreranno la conveniente qualità dello stimolo. — Strumento per questo lavoro è l' organismo del vivente, considerato come rappresentante della complessiva individualità dell' essere di che si tratta, imperocchè è appunto a questa individualità che conviene necessariamente referire quei diversi fenomeni per giudicarne giustamente il valore. — È un insieme di parti costituite di sostanze albuminoidi, perchè tali sono salvo poche eccezioni i tessuti degli animali, quello che domina questo lavoro e gli dà impulso direttivo, adoperando come materiale di quelle operazioni un complesso di sostanze nelle quali oltre gli albuminoidi si trovano anche, ed in maggiore abbondanza delle sostanze organiche non azotate. — Sostanze le quali, per quanto diverse possano parere nei cibi svariatissimi di cui gli animali si giovano,

si riducono poi entro l'organismo dei molti animali che hanno tessuto adiposo ai pochi e costanti termini rappresentati, oltre che dalle sostanze inorganiche, dagli albuminoidi del sangue, e dal grasso delle cellule adipose; senzachè per ora ci sia possibile argomentare come procedono le cose in quei più semplici organismi nei quali l'adipe non ha anche preso forma ed esistenza sua propria.

Pisa, 26 decembre 1877.